

**PRIORITY
DOCUMENT**SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

REC'D 11 MAY 2004

WIPO

PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung****Aktenzeichen:**

103 13 639.8

Anmeldetag:

26. März 2003

Anmelder/Inhaber:Endress + Hauser Conducta Gesellschaft für
Mess- und Regeltechnik mbH + Co KG,
70839 Gerlingen/DE**Bezeichnung:**

Elektrochemischer Gassensor

IPC:

G 01 N 27/403

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**München, den 1. April 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag**Stremme**

Elektrochemischer Gassensor

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Gassensor, insbesondere einen elektrochemischen Gassensor, zum Anschluß an einen Umformer.

5

Elektrochemische Gassensoren dienen zur Überwachung der Atmosphäre nach verschiedenen Kriterien. Bei der Überwachung der maximalen Arbeitsplatzkonzentration MAK wird beispielsweise die Umgebung eines Arbeitsplatzes auf toxische Komponenten überwacht. Gleichermaßen werden Gassensoren zum UEG/OEG-Monitoring eingesetzt. UEG/OEG bezeichnet die Konzentration von explosiven Mischungen, also die untere und die obere Explosionsgrenzen. Ein anderer häufig überwachter Parameter ist die Asphyxie, also die Verarmung an Sauerstoff in gewollter und ungewollter Art.

15

In vielen Anwendungsfällen sind die Gassensoren einer Alterung ausgesetzt, so daß sie häufig nach kurzer Betriebszeit ausgetauscht oder nachkalibriert werden müssen. Die Kalibrierung vor Ort ist jedoch mit größeren Schwierigkeiten verbunden, da die Gassensoren häufig an schwer zugänglichen Standorten montiert sind.

20

Die Firma Dräger stellt ein modulares Gasüberwachungssystem bereit, welches aus einem Umformermodul unter der Bezeichnung Polytron 2 und daran anschließbaren, austauschbaren Sensormodulen besteht. Die Sensormodule umfassen neben dem eigentlichen elektrochemischen Gassensorelement, nachfolgend auch Elementarsensor genannt, einen integrierten Temperatursensor und einen Datenspeicher, insbesondere ein EEPROM. Der Datenspeicher speichert sensorspezifische Daten, wie Gastypen, Empfindlichkeit, Herstellungsdaten und das Datum der letzten Kalibration. Insofern als die Daten im Sensormodul und nicht im Umformer gespeichert sind, können die Sensormodule bequem in einer Werkstatt kalibriert werden. Das Umformermodul erkennt einen neuen Sensor und

30

stellt sich automatisch auf den neuen Sensor ein. Das Ausgangssignal des Umformermoduls ist ein analoges 4...20 mA Signal oder ein digitales Signal nach dem HART-Standard.

- 5 Die Kommunikation zwischen dem Sensormodul und dem Umformermodul und die Energieversorgung des Sensormoduls erfolgt über eine Schnittstelle mit Steckkontakten, die eine galvanische Kopplung zwischen Schaltkreisen des Sensormoduls und Schaltkreisen des Umformermoduls bewirken. Dies ist insofern nachteilig, als die Steckkontakte in korrosiven
- 10 Umgebungen degenerieren können. Dies kann die Signalübertragung zwischen den Modulen beeinträchtigen. Zudem besteht die Gefahr eines Funkenabriss an den Steckkontakten beim Austausch eines Sensormoduls. Dies ist insbesondere in explosionsgefährdeten Umgebungen zu vermeiden.
- 15 Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Gassensormodul bereitzustellen, der die geschilderten Nachteile des Stands der Technik überwindet.
- 20 Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch das Gassensormodul gemäß des unabhängigen Patentanspruchs 1, durch das Umformermodul gemäß des unabhängigen Patentanspruchs 8 und die modulare Gassensoranordnung gemäß des unabhängigen Patentanspruchs 10.
- 25 Das erfindungsgemäße Gassensormodul umfaßt einen Elementarsensor zum Erfassen einer Gaskonzentration; einen digitalen Datenspeicher zur Speicherung von Sensordaten oder Prozeßdaten; und eine Schnittstelle zum Anschluß an eine übergeordnete Einheit zum Datenaustausch mit der übergeordneten Einheit und zur Energieversorgung des Gassensormoduls
- 30 durch die übergeordnete Einheit, und zum Auslesen und/oder Schreiben von digitalen Daten von dem bzw. auf den digitalen Datenspeicher, wobei die Schnittstelle des Gassensormoduls eine kontaktlose Schnittstelle ist. Die

kontaktlose Schnittstelle kann beispielsweise als kontaktloser Stecker oder als Buchse für einen komplementären kontaktlosen Stecker ausgebildet sein.

- 5 Der Begriff kontaktlos soll bezeichnen, daß die sensorseitige Schnittstelle von der transmitterseitigen Schnittstelle elektrisch bzw. galvanisch isoliert ist. Die kontaktlose Schnittstelle kann beispielsweise eine optische, kapazitive oder induktive Schnittstelle sein, wobei derzeit eine induktive Schnittstelle bevorzugt ist. Eine entsprechende Schnittstelle ist
- 10 beispielsweise in der europäischen Patentanmeldung Nr. 1 216 079 der gleichen Anmelderin beschrieben. Zu Einzelheiten hinsichtlich der Gestaltung der Schnittstelle wird auf die genannte europäische Patentanmeldung verwiesen.
- 15 Die übergeordnete Einheit ist insbesondere ein passendes Umformermodule oder eine andere geeignete Vorrichtung zur Erfassung und Verarbeitung der Daten des Gassensormoduls. Der Anschluß der Schnittstelle des Gassensormoduls an das übergeordnete System kann direkt oder über ein Anschlußkabel erfolgen, welches eine passende kontaktlose Schnittstelle
- 20 aufweist. Die kontaktlose Schnittstelle kann beispielsweise als Buchse oder als Stecker für eine komplementäre kontaktlose Buchse ausgebildet sein.

- Vorzugsweise sind alle Oberflächen der Schnittstellen des Gassensormoduls und des Umformermoduls korrosionsbeständig, wodurch
- 25 Einflüsse einer korrosiven Umgebung auf den Datenaustausch und die Energieversorgung verhindert werden. Insofern als die Oberflächen der Schnittstellen hermetisch dicht sind und insbesondere keine Öffnungen für elektrische Kontakte aufweisen, kann das Oberflächenmaterial der Schnittstellen einfach den jeweiligen korrosiven Medien angepaßt werden,
- 30 und es kann ein Baukastensystem von Schnittstellenmaterialien bereitgestellt werden, welche für die jeweilige Einsatzumgebung optimiert sind.

Für das Wesen der Erfindung ist es unbeachtlich, ob das Gassensormodul sämtliche zum Betrieb des Gassensormoduls erforderlichen elektronischen Schaltungen aufweist, und ob die Datenspeicher von Schaltungen des Gassensormoduls beschrieben und/oder ausgelesen werden, oder ob das
5 Schreiben und/oder Auslesen der Daten von der jeweils angeschlossenen übergeordneten Einheit erfolgt.

Das erfindungsgemäße Gassensormodul weist in einer bevorzugten Ausführungsform einen Analog-Digital-Wandler auf, welcher ein digitales
10 Signal generiert, das eine Funktion des gaskonzentrationsabhängigen analogen Signals des Elementarsensors ist.

Das erfindungsgemäße Gassensormodul umfaßt vorzugsweise weiterhin einen Mikroprozessor welcher einerseits den Datenaustausch zwischen der
15 Schnittstelle des Gassensormoduls und dem übergeordneten System und andererseits das Auslesen und Beschreiben des digitalen Datenspeichers steuert. Besonders bevorzugt ist der Analog-Digital-Wandler in den Mikroprozessor integriert. Für einfache Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung kann jedoch auf einen Mikroprozessor am modulare Gassensor
20 verzichtet werden. Das Auslesen bzw. Schreiben von Daten auf den digitalen Datenspeicher kann in diesem Fall vom übergeordneten System bzw. Umformermodul gesteuert werden.

Vorzugsweise weist das Gassensormodul ein Gehäuse auf, in welches der
25 Datenspeicher, die Schnittstelle und ggf. weitere elektronische Bauelemente, wie ein Analog-Digital-Wandler und ein Mikroprozessor integriert sind.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist ein Temperatursensor
30 in das Gassensormodul integriert, um die Temperatur und deren Einfluß auf die Empfindlichkeit des Elementarsensors bei der Auswertung der Primärsignale des Elementarsensors berücksichtigen zu können.

Der digitale Datenspeicher ist vorzugsweise ein mehrfach und/oder einmalig beschreibbarer Datenspeicher. Derzeit sind EEPROMS besonders bevorzugt, wobei EPROMS grundsätzlich ebenfalls geeignet sind.

- 5 Der digitale Datenspeicher kann insbesondere eines oder mehrere der folgenden Daten speichern:

das zu erfassende Gas bzw. das Gasgemisch
Kalibrierdatum;

- 10 die ermittelte Empfindlichkeit des Sensors bei einer ersten Temperatur, insbesondere 25°C;

den Temperaturoffset;

logistische Informationen, beispielsweise einen SAP-Code und/oder eine Bestellnummer; die Seriennummer;

- 15 den Temperatureinsatzbereich;

den Nennbereich der Gaskonzentration;

die Extremalwerte der Betriebstemperatur;

die Extremalwerte der Betriebs-Gaskonzentration;

das Signum eines Laboranten (zur Nachverfolgbarkeit der Kalibration);

- 20 die Einsatzdauer;

den Sensor-Check-System-Status;

den Gaskonzentrationsmesswert; und

den Temperaturmesswert.

- 25 Die übergeordnete Einheit bzw. das Umformermodul kann vorzugsweise auf sämtliche der abgelegten Daten mit einem Lesebefehl zugreifen. Vorzugsweise kann die übergeordnete Einheit bzw. das Umformermodul über Schreibbefehle eine Auswahl der obigen Daten im Speicher ablegen lassen.

30

Das erfindungsgemäße Umformermodul zum Betreiben mindestens eines Gassensormoduls umfaßt eine kontaktlose Schnittstelle zum Empfangen

von Daten von dem Gassensormodul und ggf. Senden von Daten an das Gassensormodul sowie zur Energieversorgung des Gassensormoduls, wobei die Daten sensorspezifische Daten und Meßdaten umfassen; und eine Kommunikationsschaltung zur Ausgabe mindestens eines von den
5 Meßdaten abhängigen Signals. Die kontaktlose Schnittstelle kann beispielsweise als kontaktloser Stecker oder als Buchse für einen komplementären kontaktlosen Stecker ausgebildet sein. Die Kommunikationsschaltung kann beispielsweise eine Schaltung zur Generierung eines 4...20 mA Signals, ein HART-Modem, oder eine
10 Schnittstelle zum Anschluß an einen Datenbus, beispielsweise einen Fieldbus Foundation-Datenbus oder einen PROFIBUS-Datenbus sein.

Die erfindungsgemäße modulare Gassensoranordnung umfaßt ein erfindungsgemäßes Umformermodul und mindestens ein dazu passendes
15 erfindungsgemäßes Gassensormodul.

In einer Ausgestaltung der Erfindung sind mehrere erfindungsgemäße Gassensormodule direkt oder über Kabel mit passenden kontaktlosen Schnittstellen an eine übergeordnete Einheit, beispielsweise einen
20 erfindungsgemäßen Umformer angeschlossen. Die Gassensormodule können dabei beispielsweise entweder spezifisch für verschiedene Gastypen oder Gemische sein, und/oder sie können die Konzentration des gleichen Gastyps an verschiedenen Orten überwachen.

25 Die Datenübertragung über Kabel mit kontaktlosen Schnittstellen zum Anschluß an ein Sensormodul bzw. ein Umformermodul sind beispielsweise in der noch nicht offengelegten deutschen Patentanmeldung 102 20 450 der gleichen Anmelderin beschrieben, auf die für Einzelheiten verwiesen wird. Eine geeignete Art der Übertragung von Daten und Energie innerhalb
30 des Kabelstrangs, d.h. zwischen der gassensormoduleseitigen Schnittstelle des Kabels und dem Anschluß an die übergeordnete Einheit, erfolgt

beispielsweise nach dem RS485-Protokoll. Einzelheiten hierzu sind der genannten Anmeldung zu entnehmen.

Weitere Gesichtspunkte der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Patentansprüchen, der Beschreibung der Ausführungsbeispiele und den Zeichnungen.

Es zeigt:

- 10 Fig.1: ein Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen modularen Gassensoranordnung; und
- Fig.2: eine perspektivische Ansicht der mechanischen Konstruktion der Schnittstelle eines Gassensormoduls.

15 Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nun anhand von Fig. 1 und 2 erläutert. Das Blockschaltbild in Fig. 1 zeigt ein Gassensormodul 1 mit einem Sensorgehäuse 2 und einem darin angeordneten Elementarsensor 3, welcher ein elektrochemisches Gassensorelement aufweist. Im Gehäuse 20 2 ist außerdem ein Mikroprozessor 4 angeordnet, der vorzugsweise einen integrierten Analog-Digital-Wandler (ADC) 5 aufweist. Der Mikroprozessor 4 ist einerseits mit den analogen Ausgängen des Elementarsensors 3 gekoppelt. Andererseits ist der Mikroprozessor mit einem digitalen Speicher 6 verbunden, der bei dieser Ausführungsform ein EEPROM ist. Schließlich 25 ist der Mikroprozessor 4 mit einer induktiven Schnittstelle 7 verbunden, über die einerseits die Energieversorgung des Gassensormoduls 1 und andererseits die Datenübertragung von und zu einer übergeordneten Einheit erfolgt, die in diesem Fall einen Umformermodul 8 umfaßt. Optional kann auch eine direkte Verbindung zwischen dem Speicher 6 und der 30 Schnittstelle 7 vorgesehen sein.

Das Umformermodule 8 umfaßt eine umformerseitige induktive Schnittstelle 9, zur Energieversorgung des Gassensormoduls 1 und zum digitalen Datenaustausch mit dem Gassensormodule 1. Weiterhin umfaßt das Umformermodule eine Datenverarbeitungseinheit 11, welche mit der
5 umformerseitigen induktiven Schnittstelle 9 und einer systemseitigen Schnittstelle 10 gekoppelt ist. An der systemseitigen Schnittstelle können Meßdaten ausgegeben und gerätespezifische Daten ausgetauscht werden. Hierzu kommen alle gängigen Protokolle wie beispielsweise HART, Fieldbus Foundation oder PROFIBUS in Frage.

10 Im Meßbetrieb empfängt der Mikroprozessor 4 vom Elementarsensor mindestens ein analoges Signal welches von der Gaskonzentration abhängt, und vorzugsweise auch ein temperaturabhängiges analoges Signal. Die analogen Signale werden vom ADC 5 in digitale Signale
15 gewandelt, welche einerseits im Datenspeicher 6 abgelegt und andererseits über die induktive Schnittstelle 7 an das Umformermodule 8 ausgegeben werden können.

20 Zu Einzelheiten der induktiven Datenübertragung und Energieversorgung wird nochmals auf die europäische Patentanmeldung Nr. 1 216 079 verwiesen.

Die Parameter zur Auswertung der von der Gaskonzentration abhängigen Signale und ggf. der Temperaturdaten sind in Form von Kalibrationsdaten
25 auf dem Datenspeicher 6 abgelegt. Die Kalibrationsdaten werden nach einem Lesebefehl des Umformermoduls 8 entweder über den Mikroprozessor 4 oder direkt an die induktive Schnittstelle 7 ausgegeben, um der Datenverarbeitungseinheit 11 des Umformermoduls 8 zur weiteren Verarbeitung wie Fehlerkompensationen etc. zur Verfügung zu stehen.

30 Bei der Erstkalibrierung oder einer Nachkalibrierung des Gassensormoduls 1 werden umformerseitig Schreibbefehle zur Speicherung der ermittelten

Kalibrierungsdaten ausgegeben, woraufhin die Daten auf dem EEPROM 6 abgelegt werden.

Figur 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel für die mechanische Anordnung des Gehäuses 2 des Gassensormoduls 1 auf einem stabförmigen Elementarsensor 3, insbesondere einer Glaselektrode.

Das Gehäuse 2 weist auf seiner Mantelfläche ein Gewinde 12 auf, mit dem der modulare Gassensor 1 in einer Armatur montiert werden kann. Das Gehäuse 2 weist einen, dem Elementarsensor 3 abgewandten, zylindrischen Endabschnitt auf, in dessen Mantelfläche Aussparungen eines Bajonettverschluß angeordnet sind. In diesem Endabschnitt ist die induktive Schnittstelle 7 angeordnet. Stirnseitig weist das Gehäuse 2 ein zylindrisches axiales Sackloch auf, welches als Aufnahme für einen gehäuten Ferritkern einer umformerseitigen induktiven Schnittstelle 9 dient. Beim Ausführungsbeispiel ist die umformerseitige induktive Schnittstelle 9 als Stecker an einem Kabel gestaltet, welches mit einem Umformermodul verbunden ist. Gleichermaßen, kann die umformerseitige Schnittstelle 9 direkt an einem Umformermodulgehäuse o.ä. ausgebildet sein. Der Stecker weist an seiner dem Gassensormodul 1 zugewandten Stirnseite eine hülsenartige Mantelfläche auf, die axial vorsteht und den Ferritkern coaxial umgibt. Die hülsenartige Mantelfläche umschließt zumindest einen Teil des zylindrischen Endabschnitts des Gehäuses 2, wenn der Stecker auf dem Gehäuse 2 befestigt ist. Radial einwärts verlaufende Vorsprünge auf der hülsenartigen Mantelfläche befinden sich dann mit den Aussparungen des Bajonettverschlusses in Eingriff, um den Stecker zu sichern.

Patentansprüche

1. Gassensormodul umfassend:

- 5 einen Elementarsensor zum Erfassen einer Gaskonzentration;
- einen digitalen Datenspeicher zur Speicherung von Sensordaten
 oder Prozeßdaten; und
- 10 eine Schnittstelle zum Anschluß an eine übergeordnete Einheit
 zur Energieversorgung des Gassensormoduls und zum
 Datenaustausch zwischen dem Gassensormodul und der
 übergeordneten Einheit, **dadurch gekennzeichnet, daß**
- 15 die Schnittstelle eine kontaktlose Schnittstelle ist.

2. Gassensormodul nach Anspruch 1, wobei die kontaktlose Schnittstelle
als kontaktloser Stecker oder als Buchse für einen komplementären
kontaktlosen Stecker ausgebildet sein.

3. Gassensormodul nach Anspruch 1 oder 2, wobei die kontaktlose
Schnittstelle eine induktive Schnittstelle umfaßt.

4. Gassensormodul nach einem der Ansprüche 1 bis 3, weiterhin
umfassend: einen Analog-Digital-Wandler, zur Generierung eines
digitalen Signals, das eine Funktion eines von der Gaskonzentration
abhängigen analogen Signals des Elementarsensors ist.

5. Gassensormodul nach einem der Ansprüche 1 bis 4, weiterhin
umfassend: einen Mikroprozessor welcher einerseits den
Datenaustausch zwischen der Schnittstelle des Gassensormoduls und

dem übergeordneten System und andererseits das Auslesen und Beschreiben des digitalen Datenspeichers steuert.

- 5 6. Gassensormodul nach Anspruch 5, wobei der Analog-Digital-Wandler in den Mikroprozessor integriert ist.

- 10 7. Gassensormodul nach einem der Ansprüche 1 bis 6, weiterhin umfassend:
einen Temperatursensor.

8. Umformermodul zum Betreiben mindestens eines Gassensormoduls nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend:

15 eine kontaktlose Schnittstelle zum Datenaustausch mit dem Gassensormodul sowie zur Energieversorgung des Gassensormoduls; und

20 eine Kommunikationsschaltung zur Ausgabe mindestens eines von den Meßdaten abhängigen Signals.

- 25 9. Umformermodul nach Anspruch 8, wobei die Kommunikationsschaltung eine Schaltung zur Generierung eines 4...20 mA Signals, ein HART-Modem, oder eine Schnittstelle zum Anschluß an einen Datenbus, beispielsweise einen Fieldbus Foundation-Datenbus oder einen PROFIBUS Datenbus ist.

- 30 10. Modulare Gassensoranordnung, umfassend: ein Umformermodul nach einem der Ansprüche 8 bis 9 und mindestens ein dazu passendes Gassensormodul nach einem der Ansprüche 1 bis 7.

Zusammenfassung

Das erfindungsgemäße Gassensormodul umfaßt einen Elementarsensor zum Erfassen einer Gaskonzentration; einen digitalen Datenspeicher zur
5 Speicherung von Sensordaten oder Prozeßdaten; und eine Schnittstelle zum Anschluß an eine übergeordnete Einheit zur Energieversorgung des Gassensormoduls und zum Datenaustausch zwischen dem Gassensormodul und der übergeordneten Einheit, wobei die Schnittstelle eine kontaktlose Schnittstelle ist. Das erfindungsgemäße Umformermodul
10 zum Betreiben mindestens eines Gassensormoduls nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfaßt eine kontaktlose Schnittstelle zum Datenaustausch mit dem Gassensormodul sowie zur Energieversorgung des Gassensormoduls; und eine Kommunikationsschaltung zur Ausgabe mindestens eines von den Meßdaten abhängigen Signals.

15

(Fig. 1)

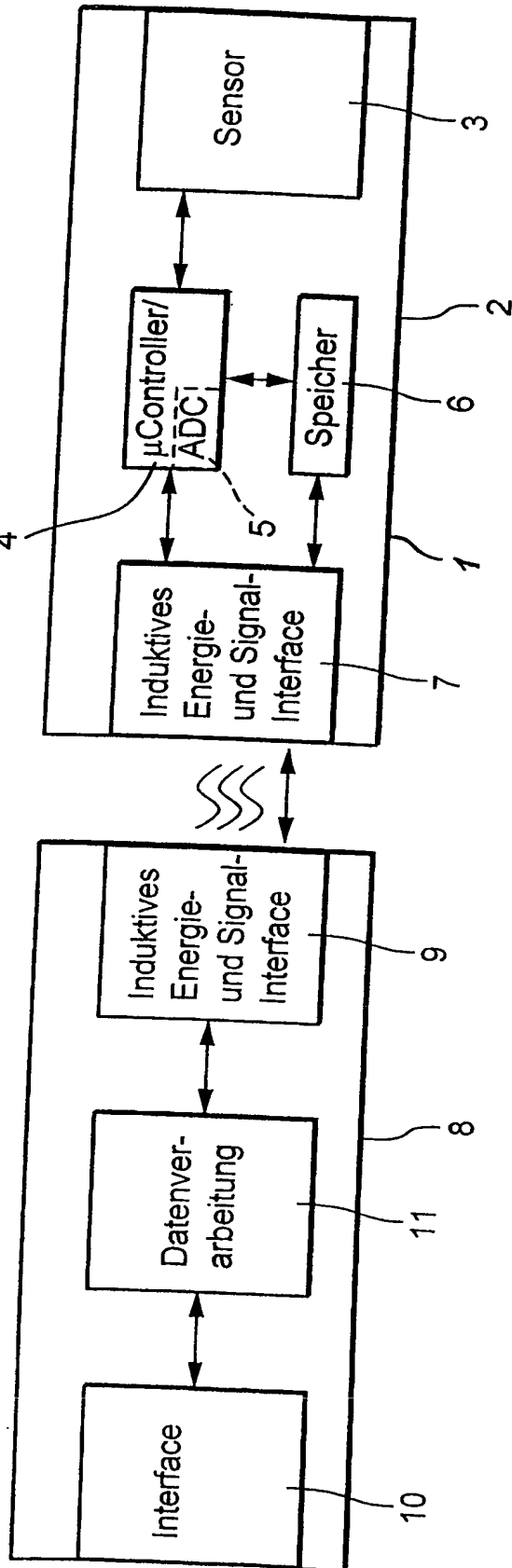


Fig. 1

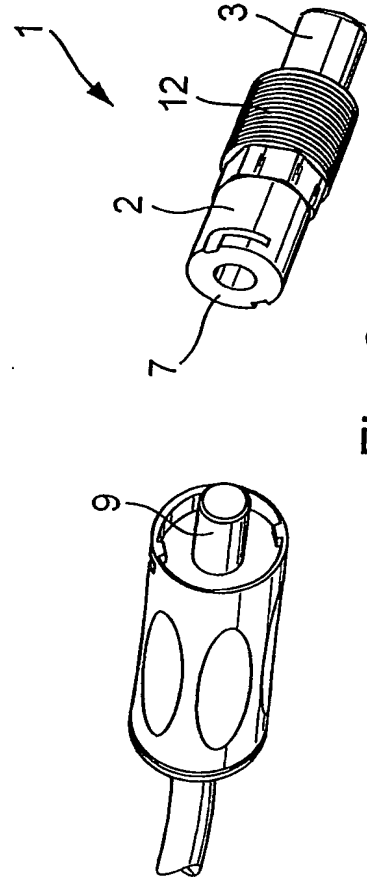


Fig. 2